沖縄県立教育センター　研修報告集録　第29集(2-2)　281-290　2001年3月

＜総合生産システム＞

総合生産システム（ＦＭＳ）の活用

－ＦＭＳシステムの実習手引書作成－

県立宮古工業高等学校教諭　　仲　松　博

Ⅰ　テーマ設定の理由

コンピュータの高性能化による制御，情報通信技術の急速な発達の恩恵を受けて，産業界においても生産システムに大きな変化が起こっている。
工場などにおいても人間が行ってきた作業を，数値制御装置を備えた工作機械が，その代わりを行う機会が増えつつある。

ＣＮＣ（数値制御；Computerized Numerical Control）旋盤，マシニングセンタをはじめとするＮＣ（数値制御；Numerical Control）工作機械，産業用ロボットを組み合わせ長時間の無人運転ができるＦＭＣ（Flexible Manufacturing Cell），これに部品の搬送，製品の検査，移送，管理と生産工程の全てを組み合わせたＦＭＳ（総合生産システム；Flexible Manufacturing System）等を導入することによって，最近の工業生産の主流となっている短い商品サイクル，多品種少量生産，コストの低減化，省資源化への対応が可能となっている。

上記のような産業構造の変化，また，近年の情報通信社会の到来にともなって，従来の職人的な高い技能と知識を持った人材に加えて，プログラミング，制御技術等の知識を有するエンジニア的な人材の育成を要求する声が高まっている。

沖縄県内の各工業高校機械科においても，ＣＮＣ旋盤，マシニングセンタ，レーザ加工機等のＮＣ工作機械の導入が行われ，実習項目にもこれらのＮＣ工作機械を題材にしたものが組み込まれている。座学等においても科目「情報技術基礎」,「電子基礎」等の電気系の科目も取り入れられている。

「製図」においては，従来の製図の指導方法に加えて，ＣＡＤ（Computer Aided Design）を用いてコンピュータを利用して図面を作成する機会も増えてきている。

このような技術の進歩に伴い，教育現場においても科目，学科にとらわれない新しく，かつ幅広い技術や知識の導入が図られている。

このような状況の中，日々の授業実践において，生徒が意欲を持ちながら効果的に知識，技能を習得するためにも，簡潔でかつ実践的な手引書，そして豊富な経験に裏付けられた幅広い知識を持つ指導者の存在は不可欠である。

今回の長期研修中は，充実した先端機器が導入されている県立教育センター産業教育課において，総合生産システム（ＦＭＳ），ＮＣ工作機械についての知識，技術を修得し，教育現場での自らの指導能力を高めるとともに実践的でかつ効果的な手引書の作成を目指した。

現在この総合生産システムが設置されている教育機関は，ここ県立教育センターだけである。
手引書を作成するにあたっては，生徒実習における安全対策を常に念頭に置いた指導内容とした。

Ⅱ　研究内容

１　ＦＭＳの概要

ＦＭＳとは機械加工において，ＮＣ工作機械や産業用ロボットを，無人搬送車及び自動倉庫などと組み合わせて，多様な製品の生産に柔軟に対応できるシステムである。製品の種類や個数などをシステムが受注すると，搬送，製造，倉庫への搬入までの行程を自動で行うことが可能である。

ＦＭＳの普及は最近の制御技術の発達により徐々に広まっており，製品の低コスト化，製品の生産ラインを含めた開発期間の短縮に大きく貢献している。

県立教育センターに設置されているＦＭＳは図１のように組立ロボットセル，自動倉庫セル，加工セル(ロボドリル，射出成型機を含む)，そしてワークを搬送する自動搬送ロボットで構成されている。

ワークはキッチンタイマ，卓上クリーナ，テープカッタの３種類が倉庫に納められており，組立ロボ

ット，加工セルが，自動的にワークに対応してプログラムを読み込み，組立や加工を行う。

全体の制御は制御用のパソコンで行うが，接続スイッチを切り替えることで各セル単体でのプログラム運転や手動操作等も可能である。

各構成機器についての説明を次に示す。

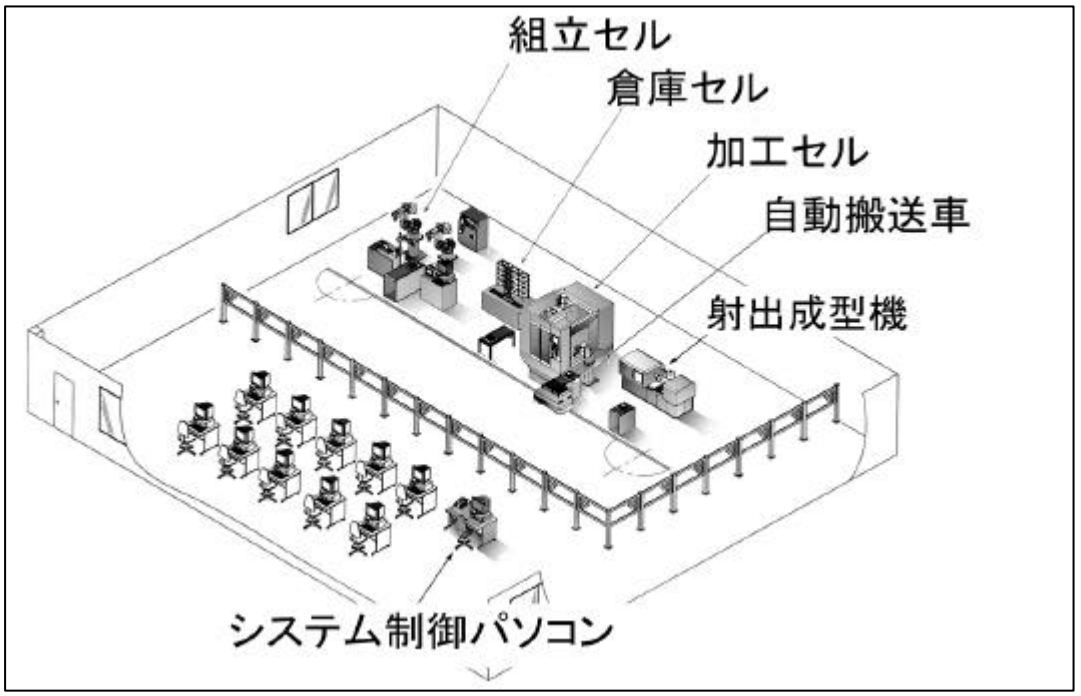


図１　総合生産システムの概要

(1)　組立セル

製品は写真１の組立セルを構成してる２台の６軸ロボットで組み立てられる。お互いの位置関係を把握しながら作業を行う協調ジョグが可能。

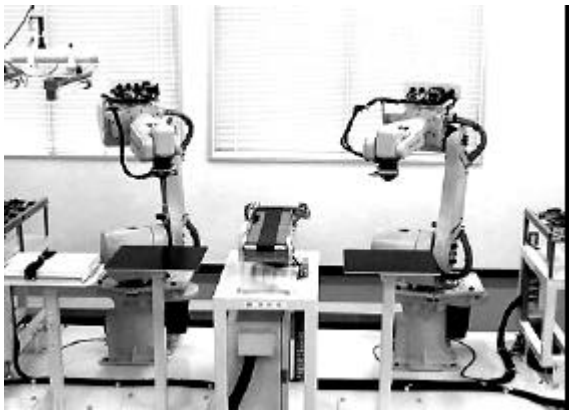


写真１ 組立セル（２台の６軸ロボット）

(2)　倉庫セル

組立前の製品，完成品は写真２の自動倉庫セルに保管される。卓上クリーナ，キッチンタイマー，テープカッタの３種類が納められており，最大 20 個のワークの保管が可能である。(卓上クリーナ，キッチンタイマそれぞれ７個，テープカッタ６個)

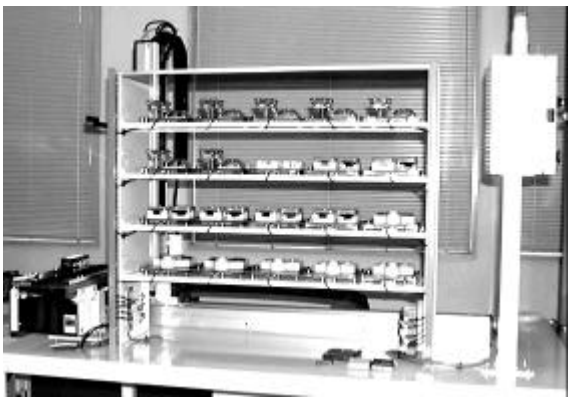


写真２　自動倉庫セル

(3)　加工セル

写真３の加工セルには５軸のロボットとロボドリルが設置されている
自動搬送車からベルトコンベアを経て送られたワークをロボットがロボドリルに設置する。

各ワークの背面に「沖縄県産業技術教育センター」の文字切削はこの加工セルで行われている。

写真３　加工セル（ロボットとＣＮＣドリル）

(4)　射出成型機セル

写真４の射出成型機の金型にピュレットを流し込んで，製品を成形する。

写真４　射出成型機

(5)　自動搬送車

組立セル，自動倉庫セル，加工セル，射出成形機間のワークの運搬を写真５の自動搬送車で行う。

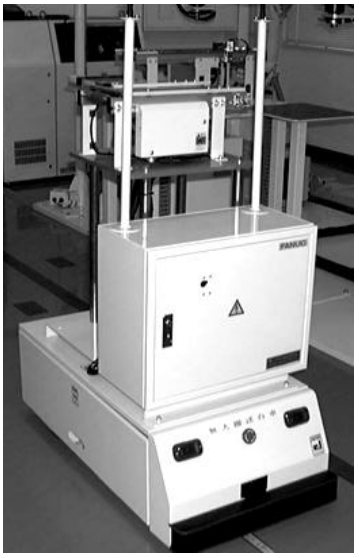


写真５ 自動搬送車

２　産業用ロボット

(1)　ロボットの定義

日本工業規格「JIS B-O134」では産業用ロボットについて次のように規定している
「自動制御によるマニピュレーション機能または移動機能を持ち，各種の作業をプログラムによって実行でき，産業に使用できる機械」

具体的には，「人間の上肢（腕や手）の動作機能に類似した多様な動作機能を有し，自立的に行動できるもの」といえる。

制御技術の進歩により産業用ロボットの利用はますます多様化しており，それに伴い従来の自動機械では困難であった多品種少量生産の自動化にますますなくてはならないものとなっている。

(2)　ロボットについて

ロボットはサーボモータで駆動する軸と呼ばれる部分と，軸と軸を結ぶアームと呼ばれる腕状の部分，そして手首部分に取り付けられたエンドエフェクタ（またはツール）の３つの部分で構成される機構部品である。

県立教育センターのＦＭＳ研究室に設置されている組立ロボットは図２の様に６つの軸を備えており，このようなタイプは通常，Ｊ１，Ｊ２，Ｊ３の３つの軸を基本軸といい，Ｊ４，Ｊ５，Ｊ６は手首軸といわれる。

ロボット先端部のツールは，これら複数の軸を同時に制御する事によって，ツールの平行移動（左右，正面方向，垂直方向），ツールの角度変更（上下，左右の

首振り，ねじり）を行っている。ロボットの手首部のツールの脱着は圧縮空気を用いて行っている。

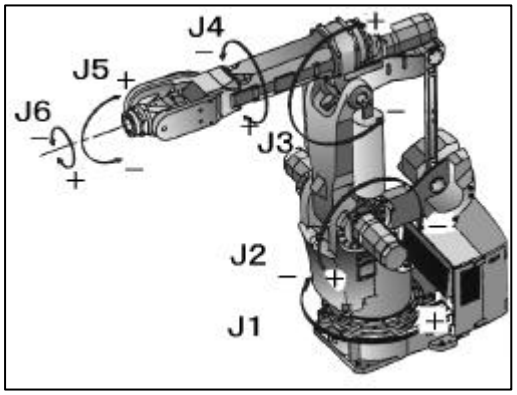


図２　６軸ロボット

(3)　ロボットのプログラミング（教示）

今回の手引書は，ロボットの操作方法，プログラミングに重点を置いて作成を進めていった。
プログラミングについては，以下の内容を手引書で取り上げた。

①「教示」

ティーチングペンダントでロボットを目的の位置，あるいは姿勢まで動かし，その位置をロボットに記憶させる。

②「チョクセンとカクジク」

教示された各位置間のロボットの動作形式。「カクジク」は基本的な移動形式だが，各位置間のツール先端の軌道は直線にはならない。軌道を直線にするときは「チョクセン」を選択する。

③「他のプログラム，マクロを呼び出す」

組立ロボットに登録されている他のプログラムやマクロ（例：「ヒラク」「トジル」等）をプログラム中に呼び出すことも可能。

④「モシ」

ロボットの状態によって，プログラムの展開を分岐させることも可能。ＢＡＳＩＣの「IF」に相当。

⑤「ラベル」

ロボットのプログラムには行番号がないが，「ラベル」を指令する事によって，「モシ」の分岐でのジャンプ先を指定する。

⑥「レジ」

ロボットがプログラム運転の際に管理する整数値や実数値を収納する場所。位置レジスタやパレットレジスタなどがある。標準で 32 個のレジスタが用意されている。

⑦「パレタイジング」

いくつかの代表点を教示するだけで，図３のようにワークの積み上げ，積み下ろしをロボットが自動的に行う機能。積み点の代表点と接近点，積み点，逃げ点を教示する必要がある。

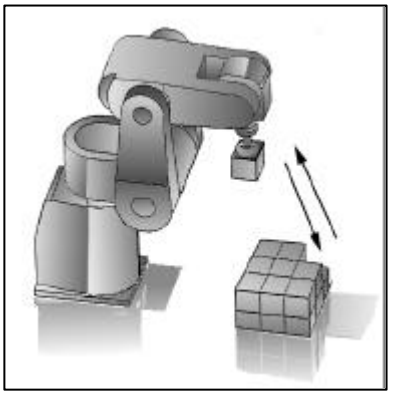


図３　パレタイジング

(4)　プログラミング例

ロボットのプログラミングはロボットの位置を操作者が手動でロボットを動かして，その位置を記憶させていく。

手首先のツールの脱着や，ハンドの爪の開閉などは，あらかじめロボットに記憶されているプログラムやマクロを呼び出したり，Ｉ／Ｏを使用して動作を命令していく。

プログラミングの基本例として実習手引書第５章実践８「他のプログラム，マクロをプログラム中に呼び出す」のプログラム例（図４参照）を以下に示す。

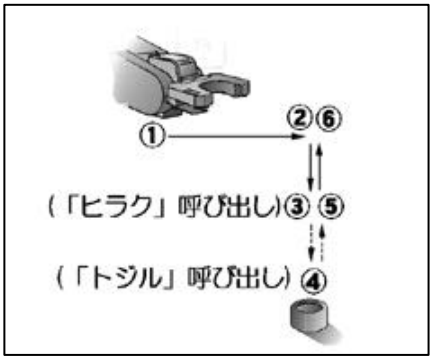


図４　プログラミング例(ハンドの開閉)

1：チョクセン　イチ[1]　10%　イチギメ
2：チョクセン　イチ[2]　10%　イチギメ
3：チョクセン　イチ[3]　10%　イチギメ
4：ヨビダシ　ヒラク
5：チョクセン　イチ[4]　5%　イチギメ
6：ヨビダシ　トジル
7：チョクセン　イチ[5]　5%　イチギメ
8：チョクセン　イチ[6]　10%　イチギメ

ロボットは[3]の位置でハンドを開きその後，位置[4]まで接近して，ハンドを閉じてワークをつかむ。その後位置[5]を経て[6]に向かう。

Ⅲ　手引書作成の方針

県立教育センター内で，産業教育課の施設見学者にＦＭＳの自動運転のデモンストレーションを行ったり，各工業高校の生徒実習を数回行って手引書の検証を行った。

生徒実習を通して，ワーク組立等の総合運転に対しても高い関心と興味を示したが，ティーチングペンダントを実際に手に持たし，生徒が手動でロボットを操作して，教示をする時が，よりロボットを身近に感じ，操作を行っていることが実感できているように思えた。

組立ロボットの操作方法，座標系，プログラミング等ロボット操作を通して得る知識は，マシニングセンタ，ＮＣ旋盤等のＮＣ工作機器，溶接ロボット，そしてＢＡＳＩＣ等のプログラミング言語学習の導入などにも十分に役立つと思う。

ＦＡ，ＦＭＳは現代の工業生産には欠かせないとはいえ，どちらも非常に高価で，大がかりなものであり，このようなシステムが学校現場に導入されるのはまだまだ時間がかかるであろう。

現在のところはＦＭＳシステムそのものの導入よりも，汎用性の高い組立セルのロボット単体での導入が学校現場での実習教材として現実的である。
これから増えていくであろう産業システムの自動化に対して，その基礎，基本を教育現場で十分に指導する必要がある。

今回のＦＭＳ実習手引書は，組立ロボットの操作，教示の基礎，基本の展開を中心に作成を進めていった。

1　手引書作成上の留意点

(1)　教示操作盤を用いたロボットの基本的な操作（ジョグ，座標系，教示，パレタイジング）を中心に取り扱った内容にした。

(2)　ロボットの教示やプログラミングを行う前に，プログラムの呼び出し，手動でのジョグ，座標系の設定と教示方法等を通して，ロボットの動きに対する理解を確実なものにする。

(3)　教示操作盤の操作手順をできるだけ視覚的，短時間で理解してもらうべく，文章をなるべく必要最小限にとどめるようにし，生徒のロボット操作の時間ができるだけ多くなるようにした。

操作手順は，教示操作盤のボタンの画像を文章中に取り入れ，ボタンの認識を容易に行えるように工夫した。また目次にも操作手順の項目のみを抜き出し，知りたい操作の手順をすぐに検索できるようにした。

(4)　安全上の注意を独立した章にまとめた。また操作手順を示す項目の近くにも，簡単な注意書きを表した。

(5)　手引書の章ごとの流れは，はじめに，章の説明，操作の手順を示した「実践」，そしてそれまでの章での知識を用いて問題を考える「実習」部分に分けるようにした。

「実践」，「実習」部分はその冒頭部に，**実践９**，**実習８**のようにそれぞれに番号をつけて区別を行った。

(6)　はじめに教師用の実習指導書を作成して，それを元に，操作手順，実習課題を中心に抜粋した生徒用の実習手引書も作成した。

その項目単体での教材使用としての配布も考えて，項目の最初は，なるべくページの最初にくるように編集した。

(7)　実習手引書の最終章には，ロボットの操作を行う際に考えられるトラブルの原因とその対処法を示した。

取り上げたトラブルの内容は自分の経験をもとにしたものである。

2　実習手引書の目次

第Ⅰ章ＦＭＳの概要

1 各セルの概要
(1)　組立セル
(2)　倉庫セル
(3)　加工セル
(4)　プラスチック成型機セル
(5)　自動搬送車
2　産業用ロボットについて
(1) ロボットの語源
(2)　ロボットの定義
3　ロボットについて

第Ⅱ章　ロボット操作時の安全確認

第Ⅲ章　教示操作盤

教示操作盤の各名称

第Ⅳ章　ジョグ

1　ジョグの種類
(1)　各軸ジョグ
(2)　直交ジョグ
① 各軸ジョグ
② ユーザ座標によるジョグ
③ ツールジョグ

第Ⅴ章　座標系と座標系の設定

1 座標系の種類
(1) 各軸座標系
(2) 直交座標系
ワールド座標系
ツール座標系
ユーザ座標系

第Ⅵ章　プログラム作成とティーチング（教示）

1　プログラミングにおける動作形式
2　位置決め形式
3　ティーチング（教示）

第Ⅶ章　I/O（Input：入力　とOutput：出力）

第Ⅷ章　パレタイジング

1　パレタイジングの特徴
2　パレタイジングの設定
3　パレタイジングの初期データの詳細

第Ⅸ章　トラブルについて

1　教示操作盤が動かない
2　エラー表示について
3　ジョグ操作で各ジョグキーを押したときロボットの手首の姿勢が維持されない
4　パレタイジング実行時の不具合

3　実習手引書「実践」，「実習」部分の抜粋

第Ⅳ章　ジョグ

実践１　手動操作の実行
1　運転準備（組立セル制御盤の操作）
2　手動操作の実行
3　ジョグの種類の選択
4　ロボットの速度の変更
5　ロボットの手動操作（ジョグ）について
実践２　ティーチングペンダントを用いたプログラム（ハンド 1 トリ）の呼び出しと運転
1　プログラムの呼び出しの手順
2　プログラム運転（ステップ運転）
3　プログラム運転（連続運転）
実習１　プログラム呼び出しの実行

第Ⅴ章　座標系と座標系の設定

実践３　座標系の設定（ユーザ，ツール座養系の設定）
1　設定の前に
2　座標系設定時の共通の操作
3　ユーザ座標系の設定
4　ツール座標系の設定
実習２　ユーザ座標系の設定

実習３　ツール座標系の設定

第Ⅵ章　プログラム作成とティーチング（教示）

実践４　プログラミングにおけるロボットの位置決め形式の変更（「イチギメ」と「ナメラカ」）
※　ティーチング
実践５　ハンドを装着したロボットの教示
1　教示方法
実践６　プログラム新規登録
実習４　プログラムの実践（１）　矩形状の経路の教示
実習５　実習４を終えて・・
実践７　プログラムの実践（２）　円弧状の経路の教示
1　教示の手順
2　プログラム例
実践８　他のプログラム，マクロをプログラム中に呼び出す

実習６　ハンド開閉時のマクロを用いたワークの移動

第Ⅶ章　Ｉ/Ｏ

実践９　ティーチングペンダントを用いたＩ/Ｏの操作
実践１０　ロボットへのエアー供給の確認をＩ/Ｏを用いて行う
実践１１　手動で行うハンドの開閉
実数７　Ｉ/Ｏを用いてのハンド取り付け

第Ⅷ章　パレタイジング

実習８　パレタイジングによるプログラム例(1)
実習９　パレタイジングによるプログラム例(2)

４　実習手引書より抜粋

（１）　章の概要

以下に示すのは，ここで示すのは，実習手引書の第Ⅴ章,「プログラム作成とティーチング」の冒頭の項目である。この章で何を実習するか，また実習内容をより深く理解してもらうための知識はこの冒頭部分で展開した。

第Ⅴ章
プログラム作成とティーチング（教示）

この章ではプログラムの構造とその作成について説明をします。ロボットのプログラムは主に位置の教示と動作の指示から成り立っています。

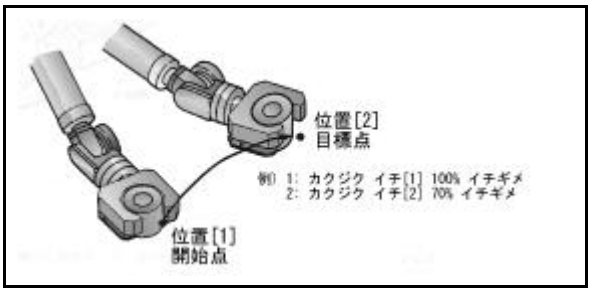
１　プログラミングにおける動作形式

ロボットに移動命令を行うには，始点と終点の２点を作業者が教示しなければいけません。

ロボットの位置間の動作形式には「カクジク」,「チョクセン」,「エンコ」の３通りがあります。標準の設定（デフォルト）は「カクジク」となっています。動作形式を変更したいときは，プログラム中の「カクジク」の部分にカーソルをあわせて,「センタクシ」を押して選択します。以下にロボットの動作形式を示しておきます。

（１）　カクジク

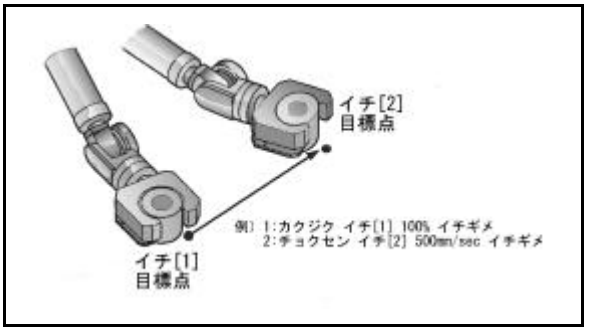
カクジク動作は，ロボットを指定した位置まで移動する基本的な移動方法です。移動経路は通常は直線になりません。各軸移動の速度指定は，最大移動速度に対する割合をパーセント（%）で記述します。



プログラミング（カクジク）

（２）　チョクセン

直線動作とは，ツール先端点が動作開始点から終了まで直線で移動する移動方法のことです。
直線移動速度の指定は，通常 mm/sec。移動中のツールの姿勢は，開始点と，目標点の姿勢を分割して制御します。
ツール姿勢を開始点から終点までツール先端点を中心に回転させる時もチョクセン命令を使用します。このとき移動速度は deg/sec を指定します。

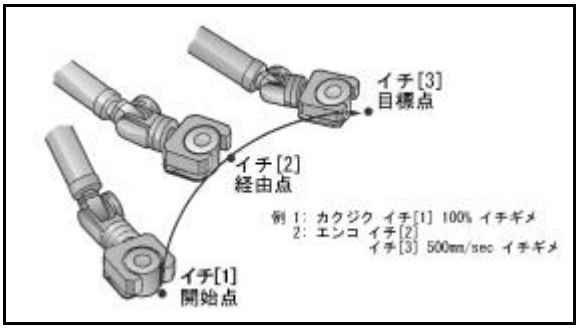


プログラミング（チョクセン）

（３）エンコ

ツール先端点の移動軌跡を，動作開始点から経由点を通り終了点まで円弧で制御する移動方式。開始点，経由点（中間点），目標点の３点を教示します。

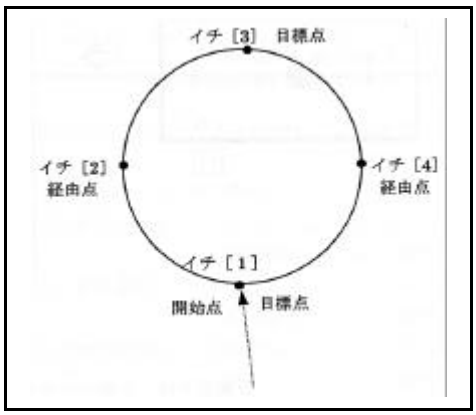
※ 全円（360 度の円）に沿って移動する時は，円弧命令を２回以上続けて指令します。



プログラミング（エンコ）

１：カクジク イチ［1］100% イチギメ
２：エンコ イチ［2］
　：イチ　［3］ 150mm/sec ナメラカ 100
３：エンコ イチ［4］
　：イチ　［1］ 150mm/sec イチギメ
全円のプログラム例

全円のプログラム例



上記のプログラムの各点の位置関係

２　位置決め形式

位置決め形式により，ロボットの各教示点での動作の方法を定義します。位置決め形式には「イチギメ」と「ナメラカ」の２種類があります。以下にその説明を示します。

（１） イチギメ

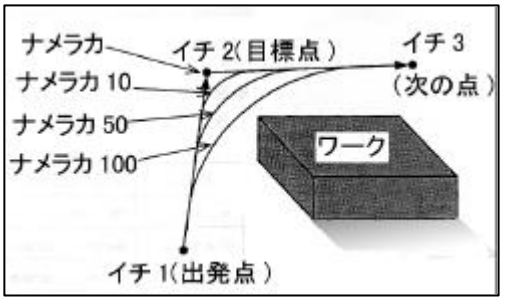
カクジク　イチ[３]　100%　*イチギメ*

目標点でロボットは**必ず停止します**。ワークをつかむ位置や離す位置，スポット溶接の打点位置，アーク溶接の開始位置や終了位置等に使用します。

（２） ナメラカ

カクジク イチ[４]100% *ナメラカ* 100

ロボットは目標点で止まらずに目標点の近くで**曲線を描きながら**次の目標点に向かいます。ナメラカに続く数値”０～１００”で滑らかさの度合いを指定。数値が小さいほど，小さな円を描くことになります



「ナメラカ」の数値

(２)　実践部の抜粋

手引書の中で，**実践**　と表示した項目は主に機器の操作手順等を示したものである。

今回の手引書は，教示操作盤のボタン操作の順番を扱った項目が多く，手引書中のボタンの表示を視覚的に扱って，教示操作盤での検索性を向上させた。

手引書中の実践項目の一例を以下に示す。

ここに示すのは，ＦＭＳでのメイン電源投入の手順と，教示操作盤を用いたロボットのジョグ（手動での操作）についてのものである。

実践１　**手動操作の実行**

教示操作盤を用いて実際にロボットを操作してみましょう。ここでは，制御盤の電源スイッチオンからの手順を示します

(1)運転準備（組立制御板の操作）

以下の手順は組立ロボットを倉庫や加工以外のセルとは協調をせずに**単独で操作を行うときのもの**です。

①　非常停止ボタンが引かれていることを確認。

②　POWER キーのそばの二つのチャンネルをそれぞれ「教示」，「切離」にします。

③ 組立制御盤全面左上にある POWER キーを「ON」

にします。

④　「電源入り」,「サイクル停止」の２つのランプが点灯します。

⑥　エアコンプレッサーからロボットにエアーが供給されていることを確認しましょう。

エアー供給の確認については,「第６章　実践８ロボットのエアー供給をI/Oを用いて行う」の項目を参照して下さい。

(2)　手動操作の実行

教示操作盤を持って，操作盤裏のデッドマンスイッチを握り（片方でよい），教示操作盤の有効スイッチをオンにします。デッドマンスイッチを握らないで，有効スイッチをオンにするとアラームがなってしまいます。

(3) ジョグの種類の選択

ジョグの種類を を押して切りかえ。このときの教示操作案の画面表示とＬＥＤは以下のように変化します。

画面表示	カクジク→ジョグ　→ツール　→ユーザ　→カクジク
ＬＥＤ表示	手動各軸→手動直交→手動ツール→手動直交 → 手動各軸

(4)　ロボットの速度の変更

速度を上げます。

速度を下げます。

(5) ロボットの手動操作（ジョグ）について

手動操作を実行するときは，デッドマンスイッチ，

を押しながらジョグキー(

～

)を押します。ロボットの動きを停止させたいときは

を離すとその場でロボットの動きは停止します。
運転を再びその場から行いたいときは，デッドマンスイッチと，

キーを押したまま，ジョグキーを押してください。

(4)　実習部の抜粋

手引書中 **実習** と表示した項目は，マニュアル的な実践部分と違って，それまで手引書で扱った内容を用いて自分で操作手順を考えてもらうものである。

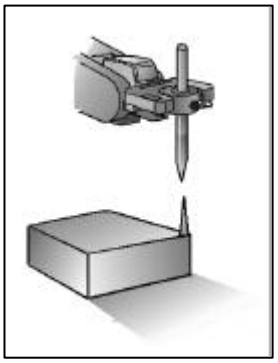
実習項目では，操作手順の説明は最小限に，ヒント程度にとどめるようにした。

以下に示した内容はロボットの座標系の一つのツール座標系の設定を取り上げたものである。
座標系の設定の方法は,「実践」として，記載されている。それを実際に行ってもらう項目が以下に示した「実践３ ツール座標系の設定」である。

実習３　**ツール座標系の設定**

①プログラム「ハンドトリ」を用いて，ロボットにハンドを取り付けましょう。

②プログラム「ハンドヒラク」を用いて，ロボットに取り付けたハンドを開きましょう。



ツール座標の設定

③ハンドが開いた状態で，両方の爪の間にペンをあてて，プログラム「ハンド トジル」を用いてロボットにペンを持たせましょう。

※ハンドに手や指をはさまれないように注意しましょう。

④直方体に針状の物体を取り付けて，その先端を参照点として（右図参照)，ロボットのツール座標を設定しましょう。

⑤ジョグキーでロボットを動かし，④で設定したツール座標が正しく設定されているかを確認してみましょう。

Ⅳ　まとめと今後の課題

今年度，南部工業高等学校の２年生が先端技術の生徒実習の一環として，県立教育センター産業教育課を利用して生徒実習を行った。その中の実習課題の一つに総合生産システムのロボット操作技術の習得が設定されていた。これが自分の研修テーマと一致していたこともあり，実習手引書の検証も兼ねて，この６回の生徒実習を担当することとなった。

ロボットの操作の技術の習得を考えると，２時間での講習では，どうしても多くの内容を扱うことはできなかった。ロボット操作の基本技術の習得のためにも，継続的な実習体制を整える必要性を感じた。

生徒実習は，生徒にロボット操作をさせる機会をなるべく多く作るよう心がけ，操作の基本と，プログラミングの基礎を扱った。

１回の実習の生徒の数は，10 名程度であったが，生徒に交代で教示操作盤を持たせてロボットの操作をさせる間，他の生徒の対応を考慮する必要があった。

今回長期研修で作成した実習手引書に対して以下の課題を挙げる。

(1) 新たな実習課題の精選。

今回作成した実習手引書は，ロボット操作に関する実習課題がほとんどなので，プログラミングについて考えさせる座学的な実習課題も用意する必要がある。

(2) ＦＭＳシステム全体と，ロボット操作についての実習，課題を組み合わせた生徒実習を検討する必要がある。

(3)　実習用のオリジナルの教材の開発。

組立ロボット，加工セルには３種類のワーク（卓上クリーナ，キッチンタイマ，テープカッタ）のプログラムが内蔵されている。これら３種類のワークの他に組立ロボットを使用して組立を行うオリジナルの教材とそれに対応するプログラムを作成にも挑戦してみたい。

内蔵されている３種類のプログラムは，運転中のあらゆるトラブルに対して警報を発令したり，非常停止を行うなど安全性の高いものであった。

今後開発するプログラムも安全対策を十分に考慮しなければならない。

この一年間研修テーマのＦＭＳについての知識，技術の修得を中心に研修生活を送ったが，研修テーマ以外にも産業教育課のマルチメディアや制御器機分野等の，数多くの先端機器に触れることができた。

研修以外にも，著名の方々の講演を聞いたり，また工業以外の専門学科（農業，商業等）の先生方との交流も図れ，自分自身の知識，視野もかなり深まった。

この１年間で培った知識，技術，経験はこれからの日々の教育実践において必ず役に立つと思う。

来年度からまた学校現場に戻るが，今後も研修，講演等の機会があれば，積極的に参加していきたい。

＜参考文献＞

1998　FANUC 編　「R-J2/R-J3　教示，操作コース」　FANUC.　LTD
1998　FANUC 編　「Series (R-J2 Mate 制御装置) 取扱説明書」　FANUC.　LTD
1998　FANUC 編　「Series (R-J2　制御装置) 取扱説明書・応用編」　FANUC.　LTD